# ヘッドフォンだって管球サウンドで聴きたい

秋 一郎

# 6AU6A
# 3極管接続ヘッドフォン・アンプの製作

## 前編 ：完成機を聴く

ヘッドフォン専用の管球アンプを作りました．出力トランスを備えるピュアな真空管式，しかも2万円台で製作できます．今号は構想と完成機のサウンドを紹介し，製作内容と特性の詳細は次号後編に掲載します．

### 携帯プレーヤもOK

本機は切替スイッチを2つ備えています．手前のスイッチは入力先を切り替えるものです．プリアンプのLINE出力から入力するか，携帯プレーヤなどのイヤホン出力から入力するか選べます．iPhoneなどにダウンロードした音源も聴けます．

奥のスイッチはヘッドフォンのインピーダンスに対応して切り換えるものです．30Ω～40Ωのレンジと60Ω～70Ωのレンジを想定しています．切り替えにこだわらなくても音は出ます．

## いまさら，なぜヘッドフォンか

### 切実に音量がほしい

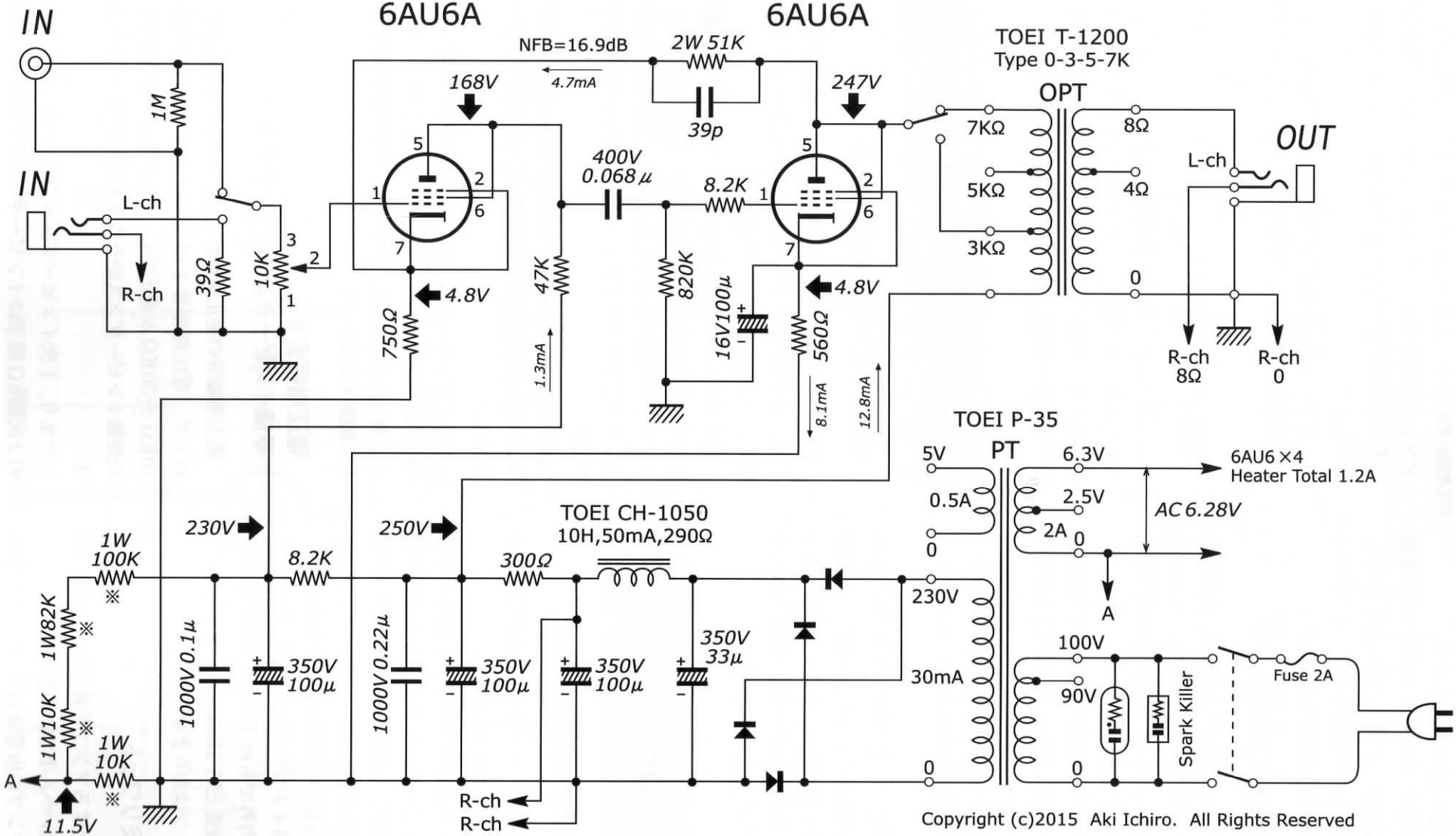
どのような音楽でもそうだと思いますが，メディアを再生してその真髄を聴きとるには，必要な音量と必要なダイナミックレンジがあります．

たとえばベートーヴェンの交響曲第9番，最終楽章で100人に迫る男女合唱がいっせいに「Alle Menschen（あらゆる人間）」と歌い上げるときの音量です．オーディオシステムに十分なダイナミックレンジと音量があれば，独唱歌手4人との音量差が十分に開きます．こうして合唱が圧倒的に迫ってくればくるほど，曲想がはっきり伝わってきます．

ここで問題なのは再生環境です．一部の恵まれた方々を別にすれば，木の板壁で仕切った住宅や，家族が寝静まった深夜にこの「音量差」を体感することはあきらめなければなりません．このような理由で，筆者も最近ヘッドフォンを使い始めました．

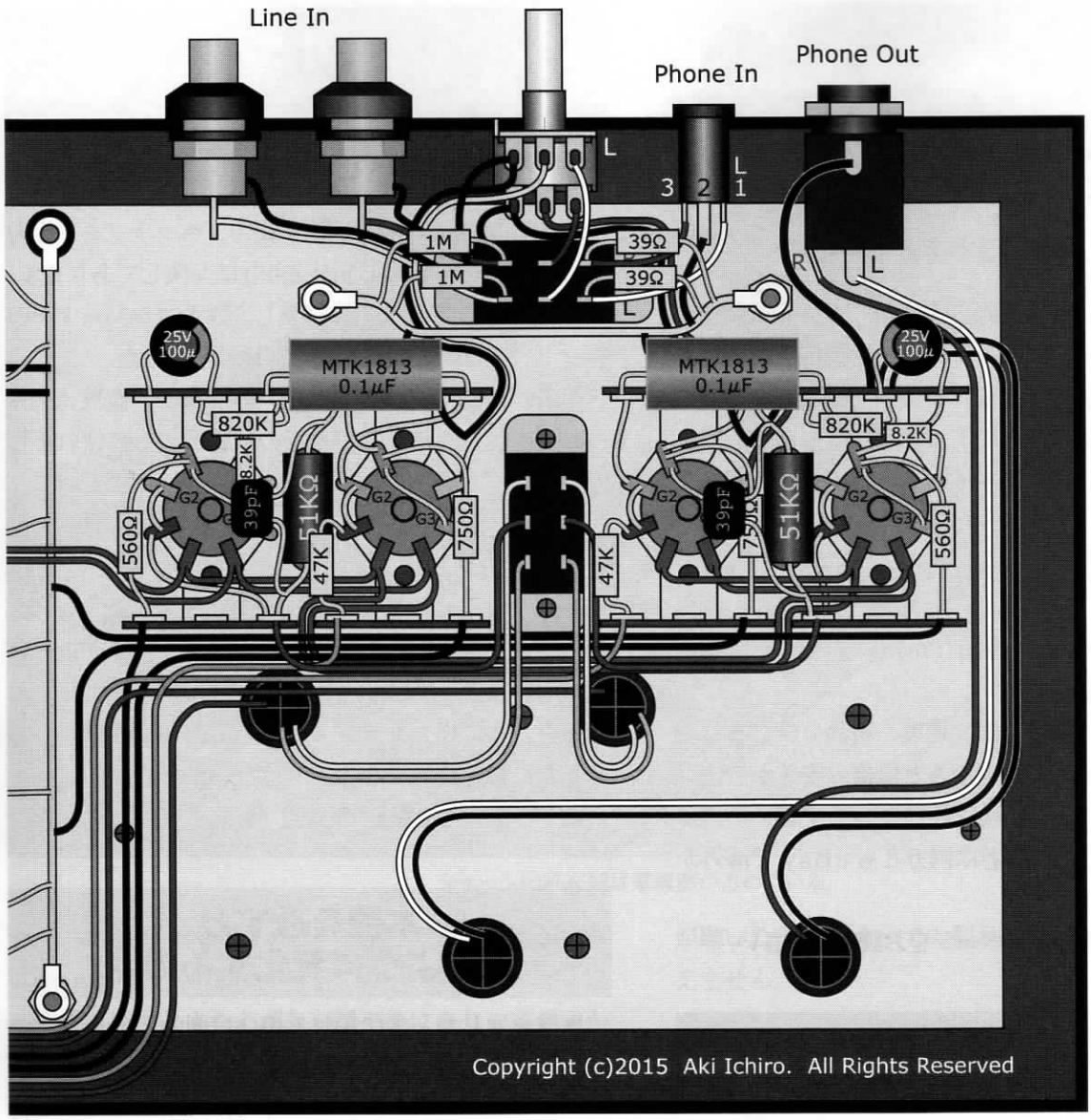
### 現状問題ない，しかし問題はある

筆者が使っているオペアンプ式DAコンバーターはもともとヘッドフォン・アンプとして売られていたものです．これにヘッドフォンを挿して特に問題なく音楽鑑賞できます．CDプレーヤにもヘッドフォンジャ




Copyright (c)2015 Aki Ichiro. All Rights Reserved

6AU6A (3結)
ヘッドフォン・
アンプ全回路図




6AU6A（3結）ヘッドフォン・アンプ総合実体配線図

## どうやってNFBをかけるか

NFB回路の模式図をご覧ください．**図**（A）は通常使われる方式で，通称「オーバーオールNFB」と呼ばれます．出力トランス2次側から電圧を取って初段カソードにフィードバックします．

この方式の問題点は出力トランスの物理的な限界です．多量のNFBをかければ高域が持ち上がって，周波数特性に大きなピークを生じます．そのため積分補正やら微分補正やら，デリケートな補正回路を追加しなくてはなりません．

こういった補正は可聴帯域の高域まで減衰させる怖い副作用があります．

## ピーク発生を避けるNFB方式

出力トランスの特性に影響されないNFB回路として，古い時代によく用いられたのが模式図（B）の方式です．出力トランスの性能があまりよくない時代，高域に大きなピーク発生を避けるのに便利だったのでしょう．プレートとカソード抵抗の間にコンデンサを入れるのでNFB回路に直流は流れません．

**図**（C）の回路が本機のNFBです．**図**（B）と同様に，出力トランスの特性がNFBに影響を及ぼすことがありません．しかしコンデンサを入れないため，NFB回路に直流が流れます．この直流をカソード抵抗にバイアス電圧を発生させるために利用します．

結果として初段カソード抵抗は通常よりも数分の1くらいに小さくなります．このやりかたを仮に「プレート直流帰還」と名づけておきます．

**図**（C）のメリットは出力トランスが原因のピーク発生を避けられるだけではありません．プレートからの直流を切るためのケミコンと，初段カソード・バイパス用のケミコンを省けるのもメリットです．回路が簡素になるだけでなく，音質への影響も避けることがで

きます.

## 低コストに製作できる

### 製作費用は2万円ぽっきりも可能

製作の詳細は次号に発表しますが，トランス類は合計約7千円で済みます．コンデンサや抵抗類に同じく7千円ほどかかります．筆者が使用したシャーシは1万円くらいですが，独自に工夫すればもっと安くできるので，タマ別の部品代トータル2万円も可能だと思います.

### 真空管は旧ソ連製が使いやすい

タマは6AU6Aの1種類しか使いません．かなり安く手に入ると思います.

筆者はGE製の中古と旧ソ連製の新品を試しましたが，旧ソ連製はノイズの少なさと価格の安さから使いやすいと思います．GE製は音がよいですがノイズが出やすい傾向でした．筆者は両方ともeBayで海外から取り寄せました.

タマの音質比較は末尾ページをお読みください.

## 物理的特性

測定結果の詳細は来月号で発表しますが，スペックを簡単に紹介しておきます．出力トランス1次インピーダンスは7KΩ，2次側負荷は固定抵抗39Ω(8Ω端子)です.

低域の周波数特性は，実使用時の出力では20Hzまで平坦で，波形は20Hzまで維持できます．高域は出力に関わらず20KHzで−1dBとなりました(周波数特性図を参照).

ダンピング・ファクタは15前後という，筆者も驚く数値になりました．スピーカ相手の管球式シングルアンプでは，ふつう2～5あたりで実用に供されています．15という数値は，NFBを20dB以上かけた管球式プッシュプルに匹敵します.

残留雑音は0.17mV前後で，聴感的には無音です.

感度の面では，スピーカを使うアンプと似たようなボリューム位置でヘッドフォンを聴けます.

## 試聴

### 試聴環境について

DAコンバーターはLINE出力，ヘッドフォン出力ともオペアンプをMUSES8920に交換してあります．本機はこのLINE出力に接続し，DAコンバーターのヘッドフォン出力のじか聴きと比較しました.

筆者が所有するヘッドフォンのほかに，複数メーカーから製品をお借りして本機の試聴テストに使いました.

### 初めての音出しの印象

回路をシミュレーションで確認してあるとはいえ，初めてヘッドフォンで聴いたときはここまでうまくいくのかと感動しました.

正直言って出力トランスの使い方が非常識です．もしかしたら狭帯域になるのではないかと心配していましたが，まったく杞憂でした.

## 本機を通すとどのように変化するのか

本機を通したときに現れる違いは劇的というほどではありません．しかし違いがあることは確かです．イメージをつかみやすいように10倍(?)くらいに拡大して表現しました.

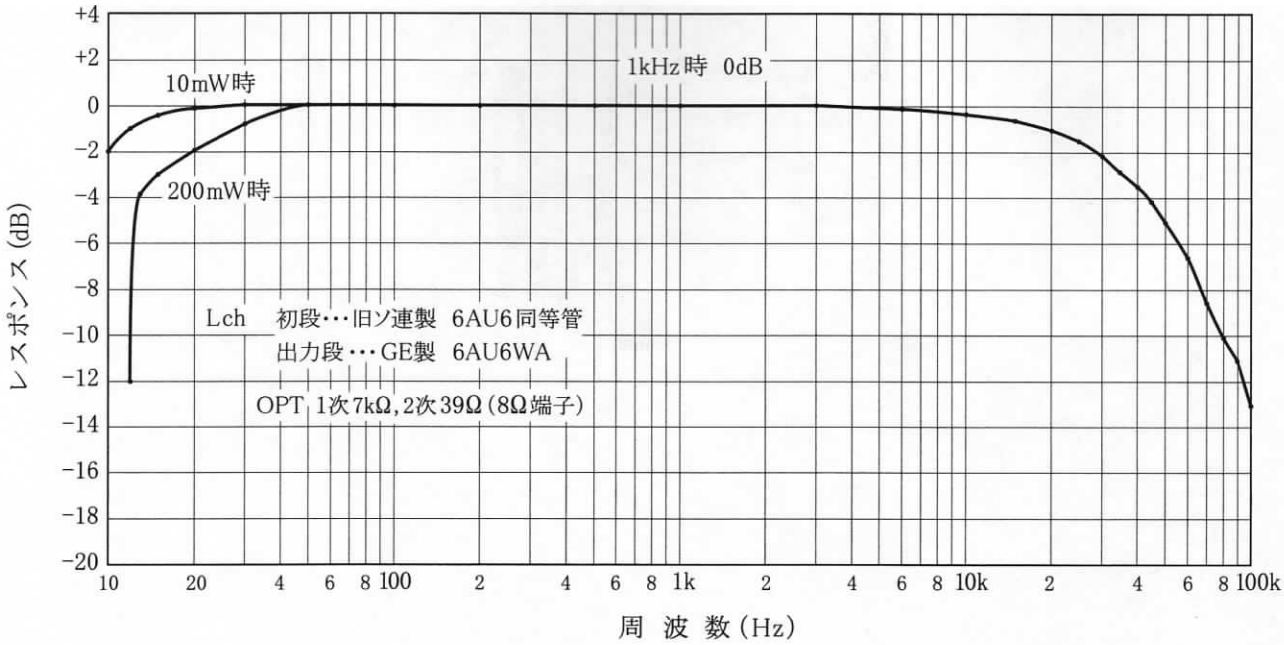
### 中低域のモヤつきが晴れる

DAコンバーターに限りませんが，半導体のヘッドフォン出力をそのまま聴くと，どの音源も中低域あたりに感じるモヤつきがあります．極端な場合は中央の歌手の声が伴奏の低音に埋もれがちだったりします.

本機を通すとこの中低域あたりのモヤつきが晴れます．このため音色がはっきりして，純度が上がったような印象になります．中間音的な和音がよく聴き取れるようになるため，「ここはバックがハモっていたのか」と気がつくことがありました.

### 音の立ち上がりが穏やかになる

DAコンバーターのヘッドフォン出力を直接聴くと，特にフォルテの場面は音の立ち上がりが急峻すぎる印象があります．高音にしろ低音にしろ，爆発的に立ち




6AU6Aヘッドホン・アンプの周波数特性

クラシックでは高域が奥ゆかしく刺激感を抑えた音調です．低域は誇張控えめの軽い感じですが，聴きやすさが印象的です．

## チープな製品のサウンドは変身するのか

### ポータブル・プレーヤ

表紙写真を撮影しに編集部Tさんがいらっしゃったので，お持ちになっていた仕事用のPCMレコーダーとイヤホンで聴いてもらいました．通勤のときはレコーダーにコピーしたPCM音源で音楽を聴いているそうです．

PCMレコーダーのイヤホン出力を本機のPhone-Inジャックに挿し，イヤホンをPhone-Outジャックに挿します．

T氏はいつも聴いているサウンドとの違いに，びっくりしたり驚いたりと忙しそうでした．後でたずねると中低域が厚くなる，中低域の音がはっきりするとおっしゃっていました．興奮ぶりを見ると悪くない印象だったのでしょう．

### パソコン用サウンドカード

筆者はC社の普及クラスのパソコン用サウンドカードを実用品として使っています．値段の割にいい音がすると評判の製品ですが，低域の力強さと高域の伸びがバラバラに主張するところがあります．

本機を経由して聴いてみたところ，低域と高域に統一感が出て調和するようになりました．サウンドが少々粗くても高級感が出てきて，ハイエンド「っぽい」雰囲気で聴けます．

## タマの銘柄を選んでベストマッチに

タマを組み合わせると音作りができます．使用するヘッドフォンに合わせて選択するとよいと思います．

米国GE製6AU6WA(6136)の音質は，同社製らしく可聴帯域ぎりぎりの高域までよく伸びる印象です．旧ソ連製EF94同等管(6AU6)の音質は中域が明るくて繊細な印象です．

4本をGE製にそろえると帯域がいかにも広い感じのサウンドになります．

4本とも旧ソ連製の場合はGEほどの広帯域感はありませんが，一音一音をきめ細かく鳴らす感じです．音色としては昔タンノイ・スターリングHWで聴いていた音を思い出しました．

初段に旧ソ連製，出力段に米国GE製というような組み合わせも可能です．両者の個性が混じりますが，出力部に使ったタマの性格がより強く出るようです．

### 次号は製作編

次号は技術的な参考にしていただくための後編です．回路についての考察，部品選びの注意点，シャーシ加工図，配線手順，各種測定結果などでシメとします．